

COMMISSION EUROPEENNE  
DG XI  
ENVIRONNEMENT ET SECURITE NUCLEAIRE  
UNITE XI.D.1 —  
PROTECTION DES EAUX, CONSERVATION DES SOLS, AGRICULTURE

**L'impact environnemental de la culture du  
maïs dans l'Union Européenne :  
options pratiques pour l'amélioration des  
impacts environnementaux**

Contrat n° B4-3040/98/000796/MAR/D1

Recueil d'études de cas

Février 2000



# INTRODUCTION

## PRESENTATION DES ETUDES DE CAS

En complément du document de synthèse sur « l'impact environnemental de la culture du maïs dans l'Union Européenne : options pratiques pour l'amélioration des impacts environnementaux », les études de cas réalisées dans le cadre de l'étude permettent un approfondissement des thématiques via les approches territoriales entreprises d'une part, et par la variété des points de vue apportés par ailleurs.

Les études de cas originales mobilisées dans le cadre de l'étude sont les suivantes :

localisation du cas	auteurs et organismes d'appartenance
<a href="#">Tablas de Daimiel, Espagne</a>	José Arturo de Juan Valero, José Maria Tarjuelo Martin-Benito (responsable), José Fernando Ortega Alvarez, Maria Isabel Casanova Martinez <b>Universidad de Castilla - La Mancha</b>
<a href="#">Styrie, Autriche</a>	M. Dachler (responsable), J.Hinterholzer, K.Mechtler <b>Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft</b> <b>[Service Fédéral et Centre de Recherche en Agriculture (Vienne)]</b>
<a href="#">Weser-Erms, Allemagne</a>	Christoph Finke, Karsten Möller, Susanne Schlink, Bärbel Gerowitt (responsable), Johannes Isselstein <b>Georg August Universität Göttingen</b>
<a href="#">Plaine du Pô, Italie</a>	Carlo Giupponi <b>Università degli Studi di Padova</b> <b>Dipartimento di Agronomia Ambientale et Produzioni Vegetali</b>
<a href="#">Bretagne, France</a>	Laurent Barbut <b>AScA</b>
<a href="#">Vallée de l'Adour, France</a>	Laurent Barbut <b>AScA</b>

Les documents sont présentés en français pour les études de cas françaises et autrichienne (traduction assurée par Valérie Boisvert). Les autres cas sont en version anglaise, directement réalisées par les équipes. Pour des contraintes de format et de reprographie, les études de cas « Bretagne » et « Adour » font l'objet de documents à part, alors que les autres études de cas sont rassemblées dans ce volume.

Précisons enfin que les équipes citées ci-dessus ont pu fournir des références nationales sur le maïs, qui ont pu être intégrées dans le document de synthèse. Il faut en particulier souligner l'importance du travail de synthèse spécifique réalisé par l'équipe espagnole sur la culture du maïs en Espagne. Le travail ainsi réalisé est annexé au présent document.

Précisons par ailleurs qu'un résumé de l'étude de cas espagnole et que la présente introduction ont été réalisés par Xavier Poux, d'AScA.

La carte suivante permet de localiser l'ensemble des études de cas en Europe.

## COMMENTAIRES SUR LES ETUDES DE CAS

### UNE BONNE REPRESENTATIVITE DES CONTEXTES AGRO-CLIMATIQUES PRISE EN COMPTE...

Les zones d'étude ont été choisies en fonction de la diversité des situations agro-climatiques et technico-économiques qu'elles représentent. Si l'on reprend le zonage agro-climatique pour la culture établi dans le rapport de synthèse (cf. § 3 « Potentialités du maïs en Europe Communautaire », pp. 11- 17, et notamment la carte n° 2), on notera que les études de cas couvrent toutes les zones définies au regard des critères climatiques :

<b>localisation du cas</b>	<b>zone agro-climatique concernée</b> (cf. rapport de synthèse ASca pp. 11-17)
Tablas de Daimiel, Espagne	Zone méditerranéenne
Styrie, Autriche	Zone continentale sud
Weser-Erms, Allemagne	Zone continentale nord
Plaine du Pô, Italie	Zone mixte continentale sud/méditerranéenne
Bretagne, France	Zone atlantique nord
Vallée de l'Adour, France	Zone aquitaine

... MAIS PAS CELLE DE L'ENSEMBLE DES SYSTEMES

## AGRAIRES

---

Il faut souligner le fait que si les grands contextes agro-climatiques sont bien couverts — et avec eux une variété d'enjeux environnementaux —, l'ensemble de la diversité des systèmes maïsicoles européens n'est pas couverte, notamment sur les critères sociaux, techniques et économiques. Ainsi, les systèmes irrigués des vallées méditerranéennes ou la maïsiculture intégrée dans les systèmes de grandes cultures d'Europe du Nord n'ont pu être traités dans le cadre de la présente étude. Le maïs s'intègre au total dans une variété de systèmes agraires plus large que celle décrite dans l'ensemble des études de cas.

Malgré cette limite, il nous semble que les études de cas renvoient à des problématiques agri-environnementales typiques et significatives quant à la culture du maïs et font ressortir les différentes places de la culture dans les systèmes agricoles et les différentes hiérarchies des impacts environnementaux.

## UN BREF APERÇU D'ENSEMBLE

---

**L'étude de cas espagnole, dans la Mancha**, insiste sur les enjeux de gestion quantitative de l'eau dans une région aride, et ses conséquences en termes de biodiversité. Fait un peu « limite » dans le strict champ de l'étude, mais néanmoins représentatif de la réalité des enjeux de gestion, on notera que le maïs n'est qu'une culture irriguée parmi d'autres dans le contexte de la Mancha et que ses impacts sont finalement peu spécifiques à la plante dans cette situation.

**L'étude de cas autrichienne** décrit un système agraire collinéen, dans lequel le maïs est fortement intégré à des

petites structures. La superficie occupée par la plante oscille autour de 50% des terres labourables depuis une décennie. Les usages sont variés (corn cob mix, fourrage en vert, grain) mais tournent tous autour de l'élevage bovin et porcin. Les principaux enjeux environnementaux portent sur la pollution des eaux et l'érosion des sols.

Le rapprochement de ces deux premières études de cas fait ressortir le poids déterminant de la prise en compte *locale* des problèmes d'environnement dans la mise en œuvre de mesures améliorant les impacts de la culture.

**L'étude de cas allemande, dans le Weser-Erms**, présente de nombreuses similitudes avec la situation bretonne. Les conditions agro-climatiques déterminent une culture de la plante essentiellement fourragère, sans production de grains. Néanmoins, la vision présentée est quelque peu différente de celle de la Bretagne, car elle se concentre sur les propositions environnementales envisageables à la parcelle pour réduire les risques de pollutions (et notamment ceux par les nitrates). L'analyse proposée en termes d'efficacité et d'acceptabilité par les exploitants apparaît particulièrement intéressante.

**La plaine du Pô** est un peu particulière dans l'ensemble des études de cas. Les caractéristiques du milieu (notamment absence de zones particulièrement sensibles à des échelles micro-locales, même si des différences de sols peuvent apparaître à des échelles plus larges) font, que davantage que pour d'autres zones; les enjeux de gestion des intrants, à la parcelle, apparaissent déterminants par rapport à ceux de gestion de l'espace. Par ailleurs, le lien avec l'élevage est moins fort que dans d'autres situations à un niveau systémique. La problématique présentée est ici principalement « agronomique », en termes de flux et de travail du sol. L'étude de cas fait ressortir des pistes intéressantes pour la réduction des impacts

environnementaux sur le plan technique.

**L'étude de cas en Bretagne** présente des similitudes avec celle autrichienne (dans les deux cas, l'insertion du maïs dans les systèmes d'élevage). Néanmoins, la différence de logique économique et quasi culturelle entre les deux zones ressort nettement. La manière dont l'agriculture bretonne est insérée dans une logique de très forte productivité à l'échelle européenne donne un rôle particulier au maïs dans l'ensemble du système. Cette étude insiste sur une approche systémique de la culture du maïs dans le développement du « modèle breton » dans son ensemble. Les impacts environnementaux sont connus : dégradation de la qualité des eaux par les pesticides et les nitrates, gestion des milieux, eutrophisation marine,...

**Enfin, l'étude de cas dans la vallée de l'Adour** permet d'approcher la place du maïs dans l'aire aquitaine, d'importance européenne pour la culture du maïs, quantitativement et qualitativement. Comme pour l'Espagne, les enjeux de gestion quantitative de l'eau ressortent de manière particulière, mais dans le cas de l'Adour, le maïs a un rôle prédominant dans les impacts constatés. Les principaux enseignements de l'étude de cas portent, comme en Bretagne, sur les aspects historiques et systémiques du maïs dans le développement de la zone. On notera la difficulté d'envisager des alternatives à la culture dans le contexte actuel, compte tenu de sa place centrale dans le système local.

Enfin, nous voudrions insister sur un point : dans un souci de cohérence d'ensemble, un cadre méthodologique global a été fourni à l'ensemble des équipes participant au projet. Il n'en demeure pas moins que les études de cas présentées sont extrêmement diverses dans leur fond et



dans leur forme. Elles peuvent donner une impression d'hétérogénéité.

Cette diversité reflète à nos yeux celle des situations géographiques et agraires dans lesquelles le maïs peut se rencontrer et, avec elles, la variété des problématiques agri-environnementales.

Elle renvoie également à la diversité des auteurs participant au projet. La perception des impacts environnementaux du maïs et des marges de manœuvre dépend en grande partie des points de vue et des approches méthodologiques développées. On retiendra de ces études de cas des différences de « cadrage » possibles de la question selon la place qui est donnée aux déterminants socio-économiques de la culture du maïs et au cadre d'analyse agronomique et environnemental (systémique versus analytique, en termes de flux).

La diversité des points de vue exprimés dans les études de cas (il n'est qu'à comparer les conclusions de l'étude allemande et de celle bretonne, qui portent pourtant sur des problématiques similaires) montre bien qu'au delà d'une base technique commune, l'appréciation des marges de manœuvre intègre également des présupposés économiques, politiques et stratégiques.

**WATER QUANTITY AND QUALITY, LIMITING  
FACTORS AND SURVIVAL ELEMENTS OF THE  
*LAS TABLAS DE DAIMIEL*  
AND GUADIANA RIVER HIGH BASIN**

Synthèse

Xavier POUX — AScA

Par rapport à l'ensemble des études de cas réalisées dans le cadre du projet sur « l'impact environnemental de la culture du maïs dans l'Union Européenne : options pratiques pour l'amélioration des impacts environnementaux », celle consacrée aux Tablas de Daimiel présente une particularité déjà évoquée dès l'introduction du présent recueil. En effet, les enjeux agraires et environnementaux qui y sont analysés dépassent largement ceux du maïs et portent davantage sur le développement de l'agriculture irriguée — dont le maïs est une composante importante mais pas unique — dans la zone étudiée. Cette problématique nous semble représentative de la situation méditerranéenne dans son ensemble où la gestion de l'eau pour l'irrigation agricole est clairement un enjeu global et où la place du maïs doit être considérée au regard de l'ensemble des cultures potentiellement concurrentes sur les ressources en eau. Elle se distingue à ce titre des enjeux dans l'autre contexte d'irrigation du maïs, à savoir le sud-ouest de la France, où le maïs représente la principale culture irriguée et où sa place dans les systèmes agraires apparaît moins directement « substituable ».

Ce préalable est important pour bien comprendre la portée de la présente étude de cas.

La présente synthèse, réalisée sur la base du document établi par l'équipe de l'Université d'Albacete, vise à faire ressortir les points saillants de l'étude.

## **PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

La zone d'étude est un sous-ensemble de la Guadana, grande rivière ayant sa source à une centaine de km au sud-est de Madrid, dans la Mancha, et dont l'embouchure est située dans le Golfe de Cadix, à la frontière hispano-portugaise. Elle est constituée plus précisément de la section hydrographique de la *Llanura Manchega*, dans la province de la Mancha, partie centrale du Haut-Bassin de la Guadana. Cette section de près de 11 000 km<sup>2</sup> comprend la Guadana et ses affluents, dont l'Azuer est le principal. L'altitude moyenne de la zone est d'environ 800 mm, elle est caractérisée par un climat aride et soumis à de fortes amplitudes thermiques.

D'un point de vue géologique, la zone d'étude est caractérisée par la présence de craies perméables perchées sur des couches argileuses imperméables. Les divers aquifères ainsi constitués interagissent avec le système hydrographique de surface en fonction, notamment, des variations locales du relief globalement tabulaire. Différents bassins hydrographiques et hydro-géologiques peuvent ainsi être définis à différentes échelles. Les zones de communication entre les aquifères (dont deux nous concernent plus particulièrement, Mancha Ouest et Campos de Montiel, totalisant plus de 8 000 km<sup>2</sup>) et l'hydrosystème, situées dans les points bas,

conditionnent le système de « Mancha humide ». Des zones humides remarquables (*humedales*) se sont ainsi constituées, dont celles des *Tablas de Daimiel* (cf. le Parc National du même nom créé en 1973), dépendant de l'aquifère de Campos de Montiel. Dès 1965, les *humedales* de la Mancha humide sont répertoriées dans les 200 zones humides d'intérêt exceptionnel à l'échelle mondiale.

Compte tenu de la faiblesse des précipitations (environ 400 mm/an) dans un contexte aride et chaud (24°C de température moyenne en juillet, max. 43°C), on conçoit que l'état de l'hydrosystème soit déterminé par la gestion des aquifères. Plus précisément, l'intensité des prélèvements par rapport aux capacités de recharge des nappes peut être considérée comme une variable clé sur la zone.

## **DONNEES HUMAINES ET SUR L'EVOLUTION DE L'AGRICULTURE SUR LA ZONE D'ETUDE**

D'un point de vue humain, il faut distinguer la zone constituée de la vallée de la Guadana, qui concentre les principales agglomérations de la zone et est située sur les axes de communication d'importance nationale des zones périphériques, situées sur les plateaux avoisinants. Dans la première zone (correspondant à l'aquifère Mancha Ouest), la densité de population est de 34 hab./km<sup>2</sup> (principalement concentrée dans les 6 villes de plus de 15 000 habitants), alors qu'elle n'est que de 10 hab./km<sup>2</sup> dans la seconde (aquifère des Campos de Montiel). L'économie est caractérisé par une forte présence agricole : l'agriculture représente entre 30 et 50% de l'emploi total, les industries étant elles-mêmes liées à la transformation des produits agricoles.

La SAU sur les deux zones est de 719 000 ha, soit 81% de la

surface totale. Les structures agraires sont la résultante de l'évolution des très grande propriété foncière, rachetées ou divisées et du maintien de système minifundiaires. Dans la Mancha Ouest, plus peuplée, les petites et moyennes structures dominant, alors que le Campos de Montiel, les très grandes structures de plus de 200 ha sont très représentées. Ces dernières représentent 95% de la surface irriguée sur la zone.

Jusqu'aux années 60, le système agraire était caractérisé par une exploitation traditionnelle du milieu, reposant sur un système d'agriculture sèche biennal associé à l'élevage ovin. Un élément clé en était la combinaison de céréales d'hiver, de légumineuses (lentilles, pois,...), de jachères, de cultures permanentes (vignes et oliviers) et de parcours variés pour l'élevage ovin. En complément de la sole sèche extensive, des cultures maraîchères à forte valeur ajoutée (pommes-de-terre, salades, tomates,...) étaient irriguées à petite échelle à partir des eaux de surface ou des aquifères, à l'aide de norias. Ce système, globalement peu productif préservait un écosystème de bonne qualité, tant au regard de l'équilibre hydrique que de la nature des espaces agricoles eux-mêmes.

Les années 60-80 sont caractérisées par une évolution vers une agriculture dissociant agriculture et élevage. Des points clés sont l'introduction de la mécanisation, la généralisation du brûlis post-récolte (compensé à court terme par le recours à des engrais) avec des impacts sur la capacité de rétention en eau des sols et les risques d'érosion des sols et la simplification des systèmes de culture et d'élevage. En association avec le maïs et la luzerne, on note un développement des élevages de porcs sur la zone.

Mais le point saillant est incontestablement le développement de l'irrigation sur la période, principalement pour les céréales — dont le maïs, mais pas

seulement —, les vignes, les cultures fourragères et les cultures de rente (melon, oignons,...). Sur le seul aquifère de la Mancha Ouest, entre 1974 et 1990, correspondant au maximum de prélèvements sur l'eau, la surface irriguée est passée de 35 000 ha (2 000 ha en maïs) à un peu moins de 120 000 ha (16 000 ha en maïs) et les prélèvements sur les aquifères de 151 hm<sup>3</sup>/an à 522 hm<sup>3</sup>/an.

## LES ENJEUX DE GESTION DE L'EAU : VERS UN ETAT DE CRISE

Ce développement de l'agriculture a logiquement conduit à une pression déséquilibrée sur les ressources en eau. À ce titre, les chiffres de l'évolution de l'équilibre hydrique à l'échelle de la Llanura Manchega dans son ensemble sont éloquents.

	1931- 1971	1984- 1995	commentaires l'évolution	sur
	+ (hm <sup>3</sup> /an)			
fourniture amont	340	0	construction barrage en amont	d'un
infiltration eau de pluie	180	100	années + sèches, modifications sols	
apports aquifères voisins	50	50	idem	
prélèvements nets sur aquifères	0	330	point clé : l'équilibre du bilan dépend	de la
TOTAL	570	480	de la surexploitation	
	- (hm <sup>3</sup> /an)			
fourniture vers l'aval	400	0	construction barrage en aval	d'un
évaporation	50	10	réduction des surfaces en eau libre	
irrigation surface et souterraine	120	470	cf. supra	
TOTAL	570	480		

Cet état de fait a eu de nombreuses conséquences sur

l'ensemble du système agricole et environnemental de la zone. La pression sur la ressource a conduit à une baisse du niveau des aquifères pouvant atteindre 2 m/an dans la période 1984-1987 (-21 m entre 1974 et 1993).

Il en résulte une dégradation dans le fonctionnement des zones humides situés dans les points bas de la zone, et en particulier celles des *Tablas de Daimiel*, qui vient s'ajouter à une réduction nette des surfaces humides. Par ailleurs, les cours d'eau et rivières sont eux-mêmes atteints dans un tel contexte, allant jusqu'à une réduction forcée de l'irrigation de surface dans les zones de vallée (aquifère Mancha Ouest). En contrepartie, les prélèvements souterrains n'ont cessé de croître jusqu'au début des années 90.

## LES ETAPES DES REPONSES POLITIQUES

Dans ce contexte, et compte tenu de l'interdépendance des activités humaines autour de la gestion de l'eau, il est vite apparu qu'il fallait adopter une approche cohérente et globale du système. Il est frappant de considérer l'histoire d'abord divergente des mesures environnementales et des mesures de gestion de l'irrigation, malgré l'évidence des liens entre pression sur l'eau et niveau des nappes.

Dès les années 60, et particulièrement à partir de 1965-1966 (classification en zone humide d'intérêt mondial, création d'une réserve naturelle), et tout au long des années 70 (Ramsar, notamment) une série de mesures a établi l'intérêt exceptionnel de la zone et sa dépendance vis à vis de la gestion hydrique. À partir des années 80, des autorités de gestion de l'eau au niveau des bassins se mettent en place (Guadiana Hydrographical Confederation), qui visent à réguler le développement de la demande en eau. Tout au long de cette période (60-80), le nombre d'autorisations de forages ne cesse de croître, accompagnant l'évolution

des surfaces irriguées et des prélèvements évoqués plus haut.

Le début des années 90 marque un tournant dans la gestion de l'hydrosystème. Tout d'abord, les prélèvements sont tels que les limites mêmes de la gestion sont atteintes. Dans ce contexte, les recommandations émises par les autorités environnementales (Parc des Tablas de Daimiel) et de gestion de l'eau, jusque là lettre morte, deviennent cohérente avec les intérêts des irrigants.

Enfin, il faut souligner le rôle des mesures agri-environnementales promouvant une réduction de la consommation d'eau/ha (les seules en Europe sur ce thème) comme « catalyseur » de la dynamique de réduction de l'irrigation engagée et observée depuis lors. Il est intéressant de noter que le contrat agri-environnemental le plus adopté à l'échelle de la zone est celui qui porte sur une réduction *moyenne* des apports de 75% (sur trois choix possibles : 50, 75 et 100 % de réduction, correspondant à respectivement : 2460, 1525 et 0 m<sup>3</sup>/ha/an), ce qui semble correspondre à un équilibre technico-économique favorisant l'irrigation de cultures peu exigeantes en eau (cf. infra).

Ainsi, à l'échelle de l'aquifère Mancha-Ouest, les prélèvements dans la nappe sont passés de 522 hm<sup>3</sup> en 1990 à 243 hm<sup>3</sup> en 1995 (avec une augmentation des surfaces irriguées peu consommatrices en eau — blé, tournesol, voire jachère utilisée par l'élevage — entre 1991 et 1995). De même, dans le Campos de Montiel, les surfaces irriguées ont décru sur la même période.

## CONCLUSION

Le cas de la Llanura Manchega permet de tirer plusieurs



enseignements, sur l'irrigation en général et sur le maïs en particulier.

Sur l'irrigation, l'exemple illustre si besoin était les divergences possibles entre les logiques du développement agricole et la gestion globale de la ressource en eau. Particulièrement démonstratif, le cas possède beaucoup de caractéristiques des situations de gestion de l'eau reposant sur la prise en compte du renouvellement des ressources. Il montre aussi le poids de la convergence des intérêts environnementaux et agricoles dans la prise en compte effective des problèmes, qui apparaît après que l'état de crise a été atteint. Le rôle de catalyseur des mesures agri-environnementales dans la zone mérite d'être souligné, ainsi que son efficacité (au moins sur la période 1991-1995 décrite).

Sur le maïs, il est intéressant de se concentrer sur l'évolution récente de la sole irri-guée, après que les mesures de crise ont été prises. Alors que le maïs présentait une part significative et croissante de la sole irriguée jusqu'à 1990 (14% du total à l'échelle de la *Llanura Manchega* contre 6% en 1974), il a quasiment disparu de la zone en 1995, suite aux mesures prises, alors que la sole irriguée a d'abord baissé de 120 000 à 60 000 ha entre 1990 et 1991-94 pour atteindre 100 000 ha en 1995. Autrement dit, avec des besoins en eau de l'ordre de 9000 m<sup>3</sup>/ha/an le maïs est une des cultures qui a le plus réagi aux mesures prises sur la zone (avec la luzerne, ayant les mêmes exigences hydriques). Dans le même temps, les cultures qui ont le mieux résisté, voire qui se sont développées, sont celles qui consomment le moins d'eau/ha : céréales d'hiver (env. 2000 m<sup>3</sup>/ha/an), tournesol (2000-4500 m<sup>3</sup>/ha/an), vigne (1500-2500 m<sup>3</sup>/ha/an). Ce point apporte un éclairage particulier sur la rentabilité économique de l'eau pour le maïs dans le cas de ressource restreinte dans un contexte aride : le

comportement des agriculteurs semble montrer un moindre intérêt d'une culture très consommatrice, qui finalement valorise moins le m<sup>3</sup> apporté par rapport à des cultures qui répondent mieux à de faibles doses, même si elles sont globalement moins productives. Ce point mérite une réflexion particulière, tant il concerne le développement de la culture dans toutes les zones irriguées.